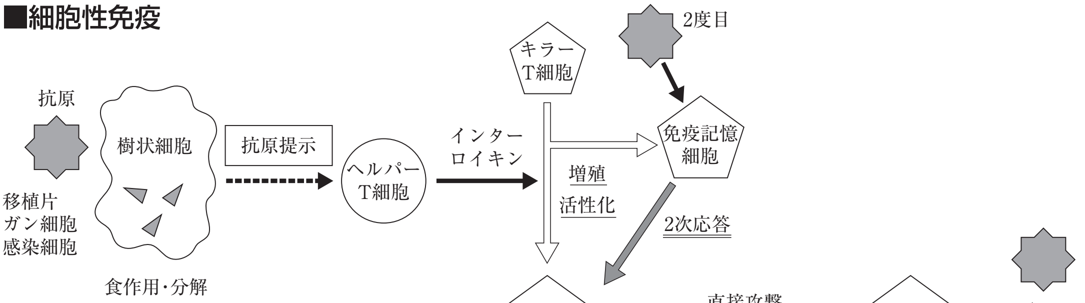
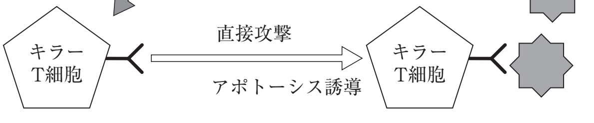
第35講　免疫系②

■細胞性免疫





ex　ツベルクリン反応，臓器移植への拒絶反応

・体内に侵入した抗原は樹状細胞(マクロファージ)によって補食され，その一部が細胞表面に提示される。
・ヘルパーT細胞は提示された情報をもとに，特定のキラーT細胞の増殖，活性化を促す。
・キラーT細胞は抗原を表面に持つ細胞を攻撃したり，アポトーシスを誘導する。
・キラーT細胞などのリンパ球の一部が免疫記憶細胞として，体内に長く残る。
・2度目以降の抗原侵入の際，記憶細胞が反応し，速やかなキラーT細胞の増殖，活性化が行われる。

■免疫疾患

◆アレルギー　…　抗原(アレルゲン)に対する過剰な免疫反応

ex 花粉症

花粉が体内に侵入することで産生された抗体が**肥満(マスト)細胞**の表面に結合。この抗体に再び抗原が結合すると，肥満細胞から**ヒスタミン**が分泌され，このヒスタミンによってアレルギー症状が起こる。

・アレルゲンに対する急激なアレルギー症状は**アナフィラキシーショック**と呼ばれ，危篤な状況に陥る。

◆AIDSとHIV

HIV　…　ヒト免疫不全ウィルス

RNAウィルスの一種であり，変異速度が速い。逆転写酵素を持つレトロウィルスでもある。

AIDS …　後天性免疫不全症候群

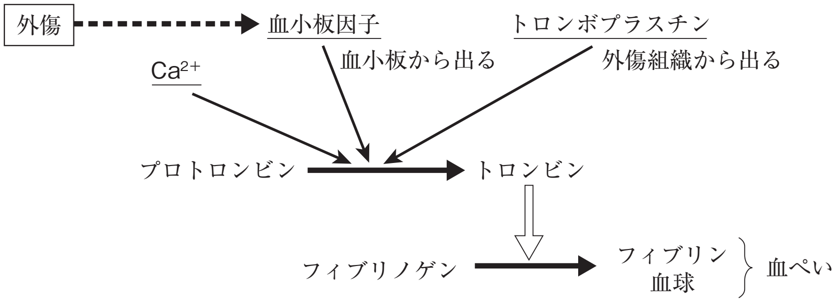
HIVは，ヒトのヘルパーT細胞に特異的に感染し，破壊する。免疫系の要が失われてしまうため，獲得免疫全体が機能不全を起こす。免疫システムの崩壊により，本来であれば重症化しない弱い病原体にも感染してしまう(日和見感染)。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■血液と免疫

◆血液凝固



・血液凝固の抑制

- ・クエン酸ナトリウム，シュウ酸ナトリウムの添加　⟶　Ca^{2+}の沈殿
  （クエン酸カルシウム，シュウ酸カルシウムになる。）
- ・ヘパリンの添加　⟶　トロンビンの形成阻害
- ・ヒルジンの添加　⟶　トロンビンの働きを阻害
- ・棒で撹拌　⟶　フィブリンの除去
- ・低温条件　⟶　酵素反応の阻害

◆ABO式血液型と血液の凝集

…赤血球の細胞膜表面の糖タンパク質の糖鎖が抗原となって，抗原抗体反応が起こる。

	A型	B型	AB型	O型
凝集原（抗原）				
凝集素（抗体）				

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　演習問題

生体防御を行う免疫系は生物の生存に非常に重要な機構である。ヒトを含めたほ乳類において免疫は，細胞性免疫と体液性免疫とに大別される。前者はおもにＴ細胞が直接ウイルス感染細胞や腫瘍細胞など，自己の細胞が形質変化(非自己化)したことを認識して，直接傷害(殺活性)する。この機構の典型例として，移植臓器の拒絶反応があげられる。

遺伝的な系統が異なるＡとＢ系統のマウスを用いて，以下の移植実験を行った。はじめに，Ａ系統マウスの皮膚をＢ系統マウスに移植したところ，約10日後に移植された皮膚は脱落した。続いて，その時に用いたＢ系統マウスに再度，Ａ系統マウスの皮膚を別の部位に移植した。(a)その結果，５日目前後に移植した皮膚が脱落し，拒絶反応が早まった。次に生後間もなく胸腺を除去したＢ系統マウスにＡ系統マウスの皮膚を移植したところ，Ａ系統マウスの皮膚は30日を過ぎても脱落せずに定着した。しかし，生後間もなく胸腺を除去したＢ系統マウスにＡ系統マウスの皮膚を移植し，それと同時に無処置の(　ア　)を注射すると，Ａ系統マウスの皮膚は脱落した。

問１　下線部(a)の現象を表す語句を，次の①～⑧から選びなさい。

①　抗原抗体反応
②　免疫沈降反応
③　アレルギー応答
④　構造反応
⑤　生体反応
⑥　二次免疫反応
⑦　抗原認識応答
⑧　凝固反応

問２　下線部(a)の現象の理由として適切なものを，次の①～⑤から選びなさい。

①　Ａ系統とＢ系統マウスの遺伝的な相違が大きかったため。
②　移値されたＢ系統マウスの皮下組織部位が硬化したため。
③　Ｂ系統マウスの記憶Ｂ細胞が，Ａ系統マウス皮膚由来の抗原情報に対する抗体を産生したため。
④　Ａ系統マウス皮膚由来の抗原情報が，Ｂ系統マウスのＴ細胞に記憶されていたため。
⑤　一度目の移植によって，Ｂ系統マウスの内分泌系によるストレス応答が活性化していたため。

問３　文中の(　ア　)に入る語句として適切なものを，次の①～⑧から選びなさい。

①　Ａ系統マウスのＢ細胞
②　Ａ系統マウスの血しょう
③　Ｂ系統マウスのＢ細胞
④　Ｂ系統マウスの血しょう
⑤　Ａ系統マウスのＴ細胞
⑥　Ａ系統マウスのマクロファージ
⑦　Ｂ系統マウスのＴ細胞
⑧　Ｂ系統マウスのマクロファージ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　次の血液凝固に関する文中の［ア］～［オ］に入る最も適当な語句をあとの1～15からそれぞれ選びなさい。

外傷によって体液がからだの外に漏れ出すのを防ぐ1つのしくみとして血液の凝固反応がある。血管が傷つき出血すると，傷口に集まった血小板や傷口の組織から放出される血液凝固因子が血液中の［ア］イオンなどと協同して作用し，血液中の［イ］から酵素である［ウ］を生成する。その酵素が，血液中のタンパク質である［エ］を水に溶けにくい繊維状の［オ］に変え，その繊維が血球にからみついて血ぺいをつくり，傷口をふさいで血液の流出を防ぐ。

1．ヘモシアニン	2．カルシウム	3．カリウム
4．マグネシウム	5．ナトリウム	6．クエン酸ナトリウム
7．ミオシン	8．プロトロンビン	9．トロンビン
10．アミノ酸	11．フィブリノーゲン	12．脂肪
13．グルコース	14．グリコーゲン	15．フィブリン

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　確認テスト

ヒトに病気を起こさせる細菌，真菌，原虫，寄生虫やウイルスは病原体と呼ばれる。ヒトは有害物質や病原体に常にさらされているため，体内にはこれらの異物を認識し排除する免疫系が備わっている。免疫系に関係する免疫担当細胞は，病原体や有害物質などに由来するタンパク質や多糖など，多種多様な物質を抗原として認識する。

血液は，液体成分である血しょうと有形成分である血球に大きく分けられる。血しょうに含まれるタンパク質には，a)出血したときに血液を凝固させる物質のほか，免疫に関係する［A］があり，［A］は抗原を認識して病原体などの異物を不活性化する役割をもつ。血球成分には，赤血球や白血球などがある。白血球の一種である［B］は病原体などの異物を細胞内に取り込んで分解したり，ほかの免疫担当細胞に抗原を提示するはたらきをもつ。b)リンパ球には［C］と［D］があり，それらのもとになる細胞は［①］でつくられる。［C］になる細胞は［②］に移動して成熟するが，［D］になる細胞は［①］で成熟し，リンパ節やひ臓に移動する。これらの細胞は血管系やリンパ系を介して体内を循環し，病原体などの異物の侵入を防いでいる。［C］は病原体に感染した細胞を攻撃する役割のほか，ほかの免疫担当細胞のはたらきを制御する役割ももつ。［D］は［A］を生成する細胞に分化する。体液中の［A］による免疫を体液性免疫という。一方，体内に侵入した病原体などの異物が［A］ではなく［C］などによって取り除かれる場合を細胞性免疫という。結核菌に対する免疫は細胞性免疫であることが知られている。病原体には免疫担当細胞に感染して，免疫系のはたらきを損なわせることによって致死的な感染症を引き起こすものが知られている。c)［③］に感染すると，［③］は［C］に侵入して，これを破壊する。そのため，免疫の能力が低下し，さまざまな感染症にかかりやすくなるため，治療を受けられない場合はほとんどの患者が死亡する。

問１　文中の［A］～［D］に入る最も適当な語を次の1～9からそれぞれ選べ。

1．インターロイキン	2．血小板	3．フィブリン
4．抗体	5．神経細胞	6．T細胞
7．トロンビン	8．B細胞	9．マクロファージ

問２　下線部a)について，血液を凝固させる酵素の活性化に必要なイオンで，クエン酸ナトリウムと結合する性質をもつものとして最も適当なものを，次の1～8から選べ。

1．Na^{+}	2．Mg^{2+}	3．K^{+}	4．Ca^{2+}
5．Mn^{2+}	6．Fe^{2+}	7．Cu^{2+}	8．Zn^{2+}

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　下線部b)について，［①］，［②］にあてはまる最も適当な語を，次の1～8からそれぞれ選べ。

1．肝臓　　2．胸腺　　3．骨髄　　4．心臓
5．腎臓　　6．すい臓　　7．肺　　8．脳

問4　［C］のはたらきとして最も適当なものを，次の1～6から選べ。

1．病原体などの異物を取り込んで分解し，ほかの免疫担当細胞に抗原の存在を伝える。
2．ほかの免疫担当細胞から特定の抗原の存在を示されると活性化する。
3．免疫担当細胞以外には作用しない。
4．分泌する物質は，病原体や異物のもつ抗原と結合し，それらを不活性化する。
5．表面にある抗原の受容体はタンパク質であり，すべて同じアミノ酸配列をもつ。
6．反応する抗原が体内からなくなるとすべて死滅する。

問5　下線部c)について，［③］の名称として最も適当なものを，次の1～8から選べ。

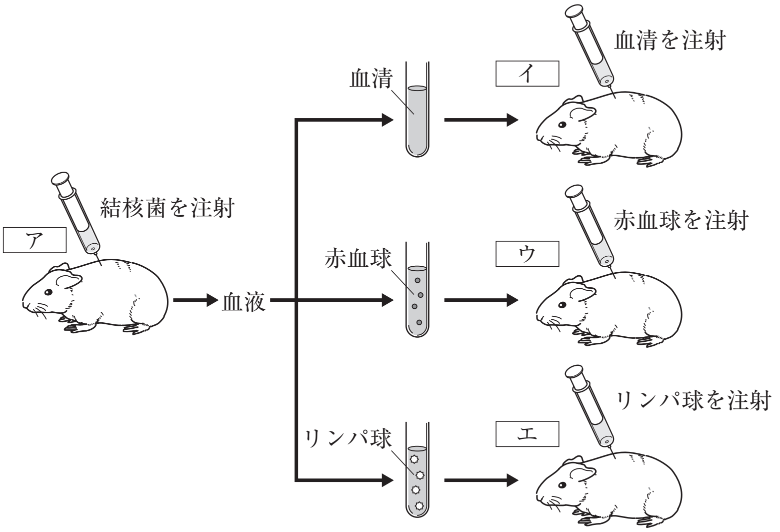
1．インフルエンザウイルス　　2．狂犬病ウイルス　　3．コレラ菌
4．大腸菌　　5．ヒト免疫不全ウイルス　　6．天然痘ウイルス
7．百日咳菌　　8．ポリオウイルス

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　結核菌とモルモットを用いて図１に示す実験を行った。結核菌に未感染のモルモット［ア］に結核菌を皮下注射し，その２日後にツベルクリン検査を行い陽性になったことを確認した。さらに３週間後に，このモルモットから血液をとり，血清，赤血球，リンパ球に分けて別の結核菌未感染のモルモット［イ］～［エ］に皮下注射した。この処理の２日後に，ツベルクリン反応が陽性になったモルモットを正しく組み合わせたものを，あとの１～７から１つ選べ。ただし，結核菌を注射したモルモット［ア］から得られた血液中に結核菌が混じっていなかったとする。

図１



１．［イ］のみ　　２．［ウ］のみ　　３．［エ］のみ
４．［イ］と［ウ］　　５．［イ］と［エ］　　６．［ウ］と［エ］
７．［イ］と［ウ］と［エ］

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　演習問題

問1　⑥

問2　④

問3　⑦

問4　ア　2　イ　8　ウ　9　エ　11　オ　15

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　確認テスト

問１　A　４　　B　９　　C　６　　D　８

問２　４　　問３　①　３　　②　２

問４　２　　問５　５　　問６　３

【解説】

問１　血液の液体成分である血しょうには様々なタンパク質が含まれる。血液凝固に関わるプロトロンビンやフィブリノーゲンのほかに，免疫に関わる抗体もタンパク質でできている。血球のなかでも白血球はさらに細かく分類され，食作用と抗原提示を行うマクロファージや樹状細胞とリンパ球に大別される。リンパ球はさらにＢ細胞とＴ細胞に分けられる。Ｔ細胞のなかには獲得免疫全体の統制を行うヘルパーＴ細胞，抗原を直接攻撃するキラーＴ細胞などがある。Ｂ細胞は抗体産生細胞に分化し，抗体の産生を行う。

問２　血液が凝固するためには，血しょうタンパク質のプロトロンビンが活性型のトロンビンに変化しなくてはならないが，この変化には血小板からの血小板因子やCa^{2+}などが必要となる。ゆえに，４が正解となる。

問３　白血球を含むすべての血球は骨髄の造血幹細胞に由来する。Ｂ細胞はそのまま骨髄に留まって分化するのに対して，Ｔ細胞は骨髄から，胸腺に移動してそこで分化する。ゆえに，①は骨髄の３，②は胸腺の２が正解となる。

問４　C　はＴ細胞である。１はマクロファージ，４は抗体産生細胞のはたらきである。３について，キラーＴ細胞は免疫担当細胞でない抗原とも作用する。５について，Ｔ細胞の表面にもタンパク質からなる抗原受容体が存在するが，この受容体のアミノ酸配列はＴ細胞の種類によって異なる。６について，キラーＴ細胞の一部も免疫記憶細胞として体内に長く留まる。ゆえに，２がヘルパーＴ細胞の働きを説明している。

問５　ヒト免疫不全ウィルス(HIV)はヘルパーＴ細胞に特異的に感染し，その数を減らす。AIDSでは，ヘルパーＴ細胞の減少によって獲得免疫全体が崩壊してしまい，致死的な感染症を引き起こす。ゆえに，５が正解となる。

問６　結核菌に対するツベルクリン反応は，細胞性免疫によって起こる。結核菌の注射を受けた　ア　個体の血液中には，結核菌に対して反応するキラーＴ細胞に由来する免疫記憶細胞が存在する。この記憶細胞の移植を受けた　エ　個体のみ，再びの結核菌の皮下注射に対してツベルクリン反応を示す。ゆえに，　エ　のみの３が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。